

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-135714

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

H01P 5/107

H01P 3/00

H01P 3/12

(21)Application number : 08-290425

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 31.10.1996

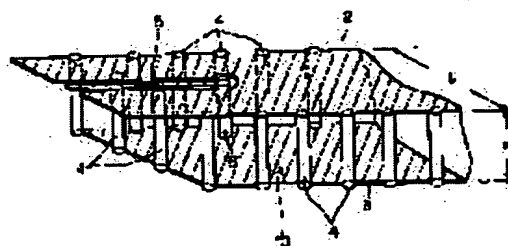
(72)Inventor : UCHIMURA HIROSHI  
TAKENOSHITA TAKESHI

## (54) COUPLING STRUCTURE OF LAMINATED WAVEGUIDE LINES

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide coupling structure between the laminated waveguide line and a microstrip line, between the laminated waveguide line and a coplaner line or between the laminated waveguide lines that is easily manufactured by a known multi-layer processing technology.

SOLUTION: The coupling structure is a structure to couple a laminated waveguide line 10 provided with a couple of main conductors 2, 3 formed in parallel with a dielectric material inbetween and two rows of via-hole groups 4 placed at an interval between a cut-off wavelength or below to connect electrically the main conductor layers 2, 3 electrically in a signal transmission direction with other signal transmission line 5 such as a microstrip line, a coplaner line or a laminated waveguide line, a transmission via-hole 6 is extended from an end of the other signal transmission line 5, the other end of the transmission via-hole 6 is inserted to the laminated waveguide line 10 and the transmission via-hole is acted as a monopole antenna.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The initiative body whorl of the couple formed in parallel on both sides of the dielectric The Bahia hall group of the biseriate formed so that between the aforementioned conductor layers might be electrically connected in the direction of signal transduction at intervals of below a cutoff wave length It is the joint structure of the laminating type waveguide track equipped with the above, and the Bahia hall for transmission is installed from the edge of a signal-transmission track besides the above, the other end of this Bahia hall for transmission is inserted into the aforementioned laminating type waveguide track, and it is characterized by the bird clapper.

[Claim 2] Joint structure of the laminating type waveguide track according to claim 1 characterized by a signal-transmission track besides the above being a coplanar track formed in the aforementioned initiative body whorl.

[Claim 3] Joint structure of the laminating type waveguide track according to claim 1 characterized by for the aforementioned Bahia hall for transmission in which a signal-transmission track besides the above is a microstrip line, and was installed from the edge of this microstrip line penetrating without connecting electrically the aforementioned initiative body whorl of the aforementioned laminating type waveguide track, and inserting it into the aforementioned laminating type waveguide track.

[Claim 4] Joint structure of the laminating type waveguide track according to claim 1 which a signal-transmission track besides the above is a laminating type waveguide track, and is characterized by inserting the both ends of the aforementioned Bahia hall for transmission into a laminating type waveguide track, respectively.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the structure for combining the laminating type waveguide track for transmitting the signal of RFs, such as microwave and a millimeter wave, and other signal-transmission tracks.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as a track for transmitting the signal of the RF of microwave or a millimeter wave, the coaxial track, the waveguide, the dielectric waveguide, the microstrip line, etc. are known.

[0003] Moreover, by recently, in the wiring circuit, two or more tracks where kinds differ are arranged, the joint technology of these mutuals is needed, and various methods also as the joint method are reported. For example, combination of a coaxial track, a waveguide, or a dielectric waveguide inserts the signal line of a coaxial track into a waveguide, and is combined. In addition, combination with the strip line and a microwave track is performed by the electromagnetic coupling.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It continues till recently, and to form a dielectric-waveguide track with laminating technology in the wiring substrate of multilayer structure is desired, for example, a dielectric substrate is pinched by the initiative body whorl of a couple in JP,6-53711,A, and the waveguide track in which the side attachment wall was formed is proposed by the Bahia hall group arranged in the biseriate which connects between conductor layers further. the false conductor according [ this waveguide track ] the four way type of dielectric materials to the initiative body whorl and the Bahia hall group of a couple -- surrounding with a wall -- a conductor -- let the Kabeuchi field be a dielectric-wire way for signal transduction

[0005] In order for the laminating type waveguide track arranged in the interior of such a wiring substrate to aim at mainly using as the multilayer-interconnection substrate for microwave and millimeter waves, or the transmission line of a semiconductor package, the connection place serves as a semiconductor device or a RF element. A laminating type waveguide track is formed in the interior of the insulating substrate to these elements usually being mounted on the surface of a substrate. For this reason, connecting via the microstrip line and coplanar track which are easy to connect with a semiconductor device or a RF element is desired rather than connecting with an element directly. Moreover, since a laminating type waveguide track is formed in the direction of a flat surface of a substrate, combination with other signal-transmission tracks formed in the vertical layer of a laminating type waveguide track is needed.

[0006] Therefore, this invention aims at offering the joint structure of a laminating type waveguide track easily producible [ with the conventional multilayering technology ], a microstrip line and a coplanar track, or laminating type waveguide tracks.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The initiative body whorl of the couple which was formed in parallel

on both sides of the dielectric according to this invention, It is the structure for combining the laminating type waveguide track possessing the Bahia hall group of the biseriate formed so that between the aforementioned conductor layers might be electrically connected in the direction of signal transduction at intervals of below a cutoff wave length, and other signal-transmission tracks. The Bahia hall for transmission is installed from the edge of a signal-transmission track besides the above, the other end of this Bahia hall for transmission is inserted into the aforementioned laminating type waveguide track, and it is characterized by the bird clapper.

[0008] Especially, a coplanar track can be formed in the aforementioned initiative body whorl when a signal-transmission track besides the above is a coplanar track.

[0009] Moreover, when a signal-transmission track besides the above is a microstrip line, it is characterized by having penetrated without connecting electrically the aforementioned initiative body whorl of the aforementioned laminating type waveguide track, and inserting the aforementioned Bahia hall for transmission installed from the edge of this microstrip line into the aforementioned laminating type waveguide track.

[0010] Furthermore, when a signal-transmission track besides the above is a laminating type waveguide track, it is characterized by inserting the both ends of the aforementioned Bahia hall for transmission into a laminating type waveguide track, respectively.

[0011] Thus, according to this invention, connection of a laminating type waveguide track, a microstrip line and a coplanar track, or laminating type waveguide tracks can also be made easily. Moreover, since it is producible using the multilayering technology of a ceramic used from the former, reliable joint structure can be formed by the low cost.

[0012]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained using drawing. Drawing 1 is one example of this invention which connects a laminating type waveguide track and a coplanar track in the Bahia hall for transmission. Drawing 1 is the perspective diagram of this joint structure, and drawing 2 is the plan of drawing 1, and the mode of others [ drawing 3 / drawing 4 / a cross section and ]. For a dielectric, and 2 and 3, as for the Bahia hall and 5, in drawing, an initiative body whorl and 4 are [ 1 / a coplanar track and 6 ] the Bahia halls for transmission. in addition, in drawing 1 and drawing 4, explanation of a dielectric 1 is expedient -- the upper -- omitting -- the conductor of coplanar track 5, initiative body-whorls 2 and 3, Bahia hall 6 for transmission, and Bahia hall 4 group -- only the arrangement relation of the section was shown.

[0013] According to drawing 1, the initiative body whorls 2 and 3 of a couple are formed in the position which pinches the dielectric (not shown) of predetermined thickness a. The initiative body whorls 2 and 3 are formed in the whole surface of the vertical side of a dielectric 1 which faces across a track formation position at least. Moreover, between the initiative body whorl 2 and 3, many Bahia halls 4 which connect the initiative body whorls 2 and 3 electrically are formed. The Bahia hall 4 has the predetermined interval b, and is formed with the predetermined interval c in the direction of a signal transmission, i.e., the track formation direction, at the biseriate. This predetermined interval c forms the electric wall by being set as the interval below a cutoff wave length, consequently the same structure 10 as a waveguide, i.e., a laminating type waveguide track, is formed. Since the upper surface of this laminating type waveguide track 10 serves as the uniform initiative body whorl 2, it can form the coplanar track 5 by constituting the suitable slit pair for this field.

[0014] According to this invention, it wires to the edge of the laminating type waveguide track 10 which connects this coplanar track 5, the Bahia hall 6 for transmission is formed from the edge, and the coplanar track 5 and the laminating type waveguide track 10 are combined by inserting the other end of this Bahia hall 6 for transmission into the laminating type waveguide track 10. At this time, the other end of the Bahia hall 6 for transmission is formed so that it may not connect with the initiative body whorl 3 at the bottom electrically. This is for a transmission characteristic to deteriorate, when the Bahia hall 6 for transmission is connected to the initiative body whorl 3 at the bottom. For this reason, it is made for the insertion length into the waveguide track 10 of the Bahia hall 6 for transmission to become shorter than thickness a of the dielectric 1 which constitutes the waveguide track 10, as shown in

drawing 3 . For example, what is necessary is just to make it not form the Bahia hall for transmission in the dielectric layer of the least significant, when thickness  $a$  of the laminating type waveguide track 10 consists of dielectric layers more than two-layer.

[0015] When thickness  $a$  of the laminating type waveguide track 10 is formed by the dielectric layer of one layer, as shown in drawing 4 , it can realize by forming the bigger hole 7 than the path of the Bahia hall for transmission so that the other end of the Bahia hall 6 for transmission may not connect with the initiative body whorl 3 at the bottom. However, Bahia hall 4 group which constitutes the side from drawing 4 omitted.

[0016] Since the initiative body whorl 2 with the big upper surface is formed for this Bahia hall 6 for transmission, the Bahia hall 6 for transmission can also possess the function as  $1/4$  wave of monopole antenna. That is, if the introductory length into the waveguide track of the Bahia hall 6 for transmission is constituted so that it may be set to one fourth of the signal wave length who uses, the electromagnetic wave which has spread the coplanar track 5 will be emitted in the laminating type waveguide track 10 by the antenna by this Bahia hall 6 for transmission. Then, if thickness  $a$  of the laminating type waveguide track 10 is designed about to  $b/2$ , since TE<sub>10</sub> from which the vertical side of a laminating type waveguide track serves as an electromagnetic-field distribution rolled in parallel with an H plane, i.e., the field of the upper and lower sides of a magnetic field, spreads as the dominant mode, it can combine with the electromagnetic wave and fitness which were emitted from the Bahia hall 6 for transmission which acts as an antenna, and can spread a RF signal on the laminating type waveguide track 10.

[0017] The joint structure shown in drawing 1 or drawing 4 forms the Bahia hall and a conductor layer to each dielectric-layer green sheet in four layer structures of dielectric layers 1A-1D, as shown in drawing 3 . For example, the hole Bahia hall 4 group and for Bahia hall 6 for transmission is broken in dielectric-layer 1A, it is filled up with a conductor, and the initiative body whorl 2 and the coplanar track 5 are further printed on a sheet front face. Moreover, Bahia hall 4 group and the Bahia hall 6 for transmission are formed in dielectric-layer 1B, only Bahia hall 4 group is formed in dielectric-layer 1C, and printing formation of the initiative body whorl 3 is carried out at dielectric-layer 1D. And alignment of the dielectric layers 1A-1D can be carried out, they can carry out a laminating, and it can produce by really calcinating it. In addition, the dielectric layers 1A-1C in a waveguide track and dielectric-layer 1D do not necessarily need to consist of same material.

[0018] Next, drawing 5 is one example of this invention which connects a laminating type waveguide track and a microstrip line in the Bahia hall for transmission. Drawing 5 is [ a plan and drawing 7 of the perspective diagram of this structure and drawing 6 </A> ] cross sections. In drawing 5 - drawing 7 , 1 is the hole where the Bahia hall for transmission and 8 were formed in the microstrip line, and 9 was formed [ a dielectric, and 2 and 3 / an initiative body whorl and 4 ] in the initiative body whorl for the Bahia hall and 6. Moreover, 10 is a laminating type waveguide track which consists of initiative body whorls 2 and 3 and Bahia hall 4 group. in addition, in drawing 5 , explanation of a dielectric 1 is expedient -- the upper -- omitting -- the conductor of microstrip line 8, initiative body-whorls 2 and 3, Bahia hall for transmission, and Bahia hall 4 group -- only the arrangement relation of the section was shown

[0019] In this mode, as shown in drawing 5 , the microstrip line 8 is formed on the dielectric layer (not shown) located in the waveguide track 10 bottom. According to this invention, it wires to near the point of the laminating type waveguide track 10 which connects the nose of cam of a microstrip line 8, and as the initiative body whorl 2 is not contacted electrically, it is made to penetrate, and the edge of a microstrip line 8 to the Bahia hall for transmission is installed in the laminating type waveguide track 10.

[0020] A hole 9 is made in the initiative body whorl 2, and the initiative body whorl 2 of the upper surface of the laminating type waveguide track 10 is made to penetrate the Bahia hall 6 for transmission for the hole 9 at this time, so that it may not connect with the Bahia hall 6 for transmission electrically. It is necessary to adjust the size of this hole 9 so that a transmission characteristic may become good in consideration of the path of the Bahia hall 6 for transmission, a position, length, etc. What is necessary is just to constitute it so that the insertion length into the waveguide track of the Bahia hall 6 for

transmission may be set to one fourth of the signal wave length who uses in order to operate the Bahia hall 6 for transmission as  $1/4$  wave of monopole antenna as connection with a coplanar track explained. [0021] Since the Bahia hall for transmission acts as an antenna and the electromagnetic field and the electromagnetic field which spread a laminating type waveguide track combine the electromagnetic wave which has spread the microstrip line good according to the joint structure shown in drawing 5 , a signal can be spread with low loss into a laminating type waveguide track.

[0022] The joint structure shown in drawing 5 - drawing 7 is also easily producible with well-known laminating technology. As shown in drawing 7 , at least six layers of 1A-1F constitute a dielectric layer 1. for example, to dielectric-layer 1A The Bahia hall 6 for transmission and a microstrip line 8 are printed. to dielectric-layer 1B The Bahia hall 6 for transmission to dielectric-layer 1C Bahia hall 4 group, the Bahia hall 6 for transmission, and the initiative body whorl 2 are formed, Bahia hall 4 group and the Bahia hall 6 for transmission are formed in dielectric-layer 1D, only Bahia hall 4 group is formed in dielectric-layer 1E, and printing formation of the initiative body whorl 3 is carried out dielectric-layer 1F. And alignment of the dielectric layers 1A-1F can be carried out, they can carry out a laminating, and it can produce by really calcinating it.

[0023] In addition, the dielectric layers 1C-1E in a waveguide track and dielectric layers 1A, 1B, and 1F do not necessarily need to consist of same material that what is necessary is just to use the material best for constituting a laminating type waveguide track and a microstrip line, respectively.

[0024] Next, drawing 8 is other modes of this invention which connects laminating type waveguide tracks in the Bahia hall for transmission. For a dielectric layer, 2A, 2B, and 3A and 3B, in drawing 8 -9, an initiative body whorl, and 4A and 4B of the Bahia hall, and 6A and 6B are [ 1A and 1B / the Bahia hall for transmission and 9 ] the holes of an initiative body whorl. Moreover, the lower layer laminating type waveguide track where 10A consists of initiative body whorls 2A and 3A etc., and 10B are the laminating type waveguide tracks of the upper layer which consists of an initiative body-whorl 2B, 3B, etc. As the side of the laminating type waveguide tracks 10A and 10B is shown by drawing 1 etc., the track field is appointed by the Bahia hall group (not shown). In addition, in drawing 8 , the expedient top, the dielectric layers 1A and 1B, and BAIHORU 4 group of explanation omitted.

[0025] According to drawing 8 , laminating type waveguide track 10B is formed by the upper dielectric-layer 1B, and laminating type waveguide track 10A consists of the lower layer dielectric-layer 1A. It wires to the point of lower layer laminating type waveguide track 10A which connects the nose of cam of the upper laminating type waveguide track 10B, and the Bahia halls 6A and 6B for transmission which penetrate initiative body-whorl 3B and initiative body-whorl 2A, and are prolonged inside laminating type waveguide track 10A from the interior of laminating type waveguide track 10B are formed. At this time, Holes 9A and 9B are formed in the initiative body whorls 3B and 2A, respectively so that the Bahia hall 6 for transmission may not be contacted electrically. As for the size of this hole 9, it is desirable to adjust like the case of connection with the MACROSS trip track of drawing 4 , so that a transmission characteristic may become good in consideration of the path of the Bahia hall 6 for transmission, a position, length, etc.

[0026] Since the Bahia hall for transmission acts as a monopole antenna and the electromagnetic field and the electromagnetic field which spread the inside of a laminating type waveguide track join together good as the electromagnetic wave which has spread laminating type waveguide track 10B by making it such composition was mentioned above, a signal can spread the inside of a laminating type waveguide track with low loss.

[0027] It is easily producible with the combination of the printing technology of the Bahia hall formation and a conductor layer, and laminating technology like the joint structure which also mentioned above the joint structure shown in this drawing 8 and drawing 9 . Moreover, the initiative body whorls 2A and 3B may consist of same conductor layers.

[0028] In addition, dielectric layers 1A and 1B do not necessarily need to consist of same material that what is necessary is just to use the most convenient material for constituting each laminating type waveguide track. For example, in being able to carry out high-density wiring by using for the material of dielectric-layer 1A what has big specific inductive capacity when using laminating type waveguide track

10A as a signal circuit and using laminating type waveguide track 10B as for example, a waveguide slot antenna simultaneously, it becomes possible to improve a radiation property by using for the material of dielectric-layer 1B what has small specific inductive capacity.

[0029] Moreover, in the laminating type waveguide track in this invention, as shown in drawing 10, the transmission characteristic in a waveguide track can be further raised by forming the subconductor layer 11 electrically connected to an initiative body whorl and parallel with Bahia hall 4 group between the initiative body whorl 2 of the waveguide track 12, and 3 in joint structure with the coplanar track 5, for example. in addition, drawing 10 -- setting -- a dielectric layer -- the desire to have a bowel movement of explanation -- it omitted the top Drawing 11 is as a result of [ the ] the measurement of transmission characteristics, and the outstanding property whose S21 is about -2.5dB in 25GHz - 40GHz is acquired.

[0030]

[Effect of the Invention] Since it is easy structure as mentioned above, with the Bahia hall formation at the time of production of the multilayer-interconnection substrate by the conventional ceramic, conductor-layer printing and a laminating, and a series of technology of simultaneous baking, this invention can be produced easily and can connect easily a laminating type dielectric-waveguide track, a microstrip line and a coplanar track, or laminating type dielectric-waveguide tracks, as explained in full detail above.

[0031] Moreover, since according to the junction structure of this invention the Bahia hall for transmission can be used for combination and this can be made to act as 1/4 wave of monopole antenna, it combines with the electromagnetic field and fitness of a laminating type waveguide track, and a good transmission characteristic is acquired.

---

[Translation done.]



## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a perspective diagram for explaining one mode of the joint structure of a laminating type waveguide track and a coplanar track.

[Drawing 2] It is a plan in the joint structure of drawing 1.

[Drawing 3] It is a X-X' cross section in the joint structure of drawing 1.

[Drawing 4] It is a perspective diagram for explaining other modes of the joint structure of a laminating type waveguide track and a coplanar track.

[Drawing 5] It is a perspective diagram for explaining one mode of the joint structure of a laminating type waveguide track and a microstrip line.

[Drawing 6] It is a plan in the joint structure of drawing 1.

[Drawing 7] It is a Y-Y' cross section in the joint structure of drawing 1.

[Drawing 8] It is a perspective diagram for explaining one mode of the joint structure of laminating type waveguide tracks.

[Drawing 9] It is a Z-Z' cross section in the joint structure of drawing 8.

[Drawing 10] It is a perspective diagram for explaining the joint structure of the laminating type waveguide track and coplanar track which have a subconductor layer.

[Drawing 11] It is drawing showing the measurement-of-transmission-characteristics result in the composition of drawing 10.

## [Description of Notations]

1 Dielectric

2 Three Initiative body whorl

4 Bahia Hall Group

5 Coplanar Track

6 Bahia Hall for Transmission

7 Nine Hole of an initiative body whorl

8 Microstrip Line

10 12 Laminating type waveguide track

11 SubConductor Layer

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

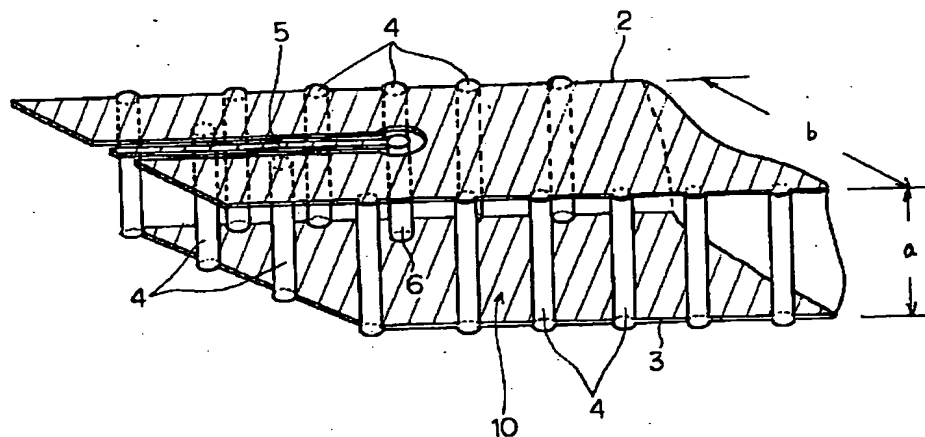
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

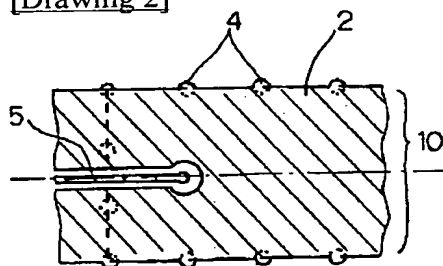
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

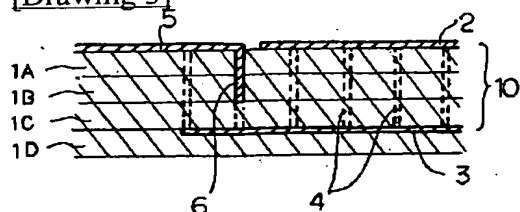
[Drawing 1]



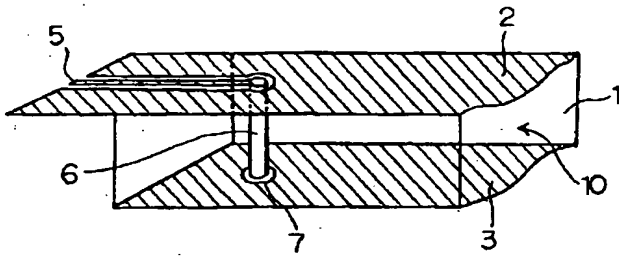
[Drawing 2]



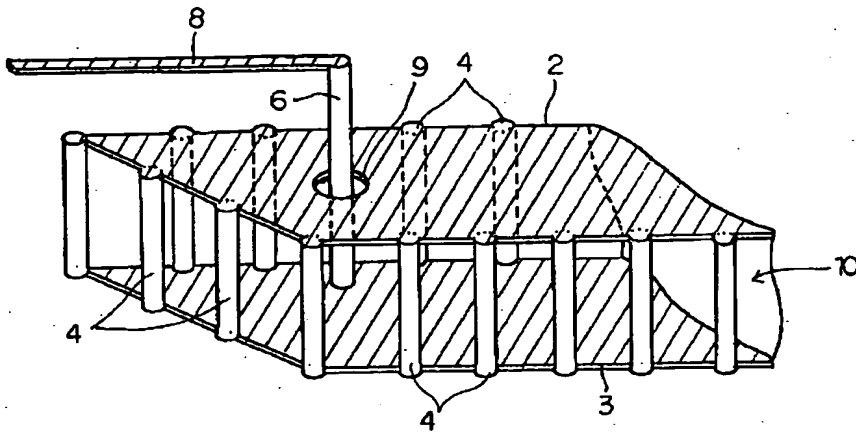
[Drawing 3]



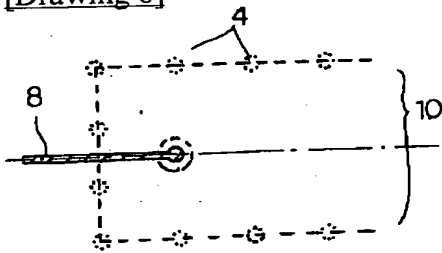
[Drawing 4]



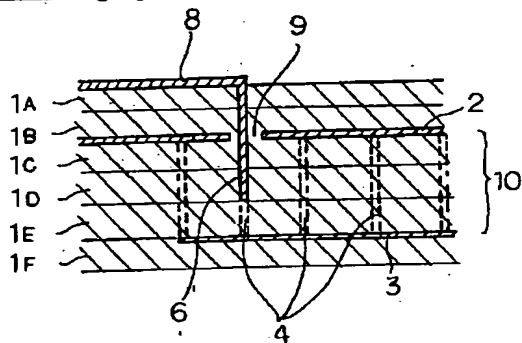
[Drawing 5]



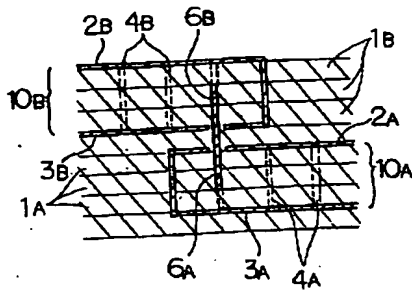
[Drawing 6]



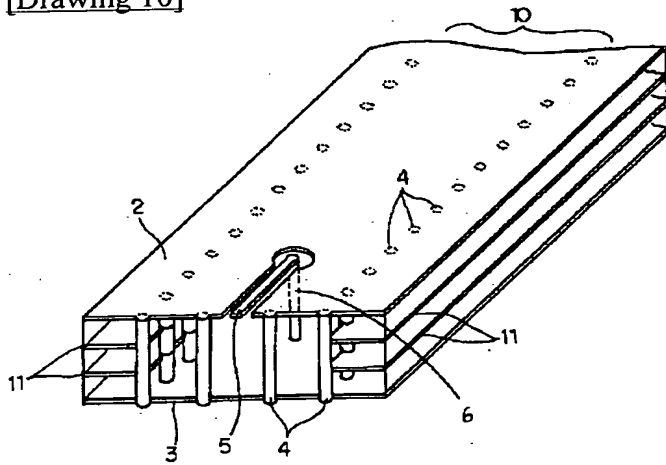
[Drawing 7]



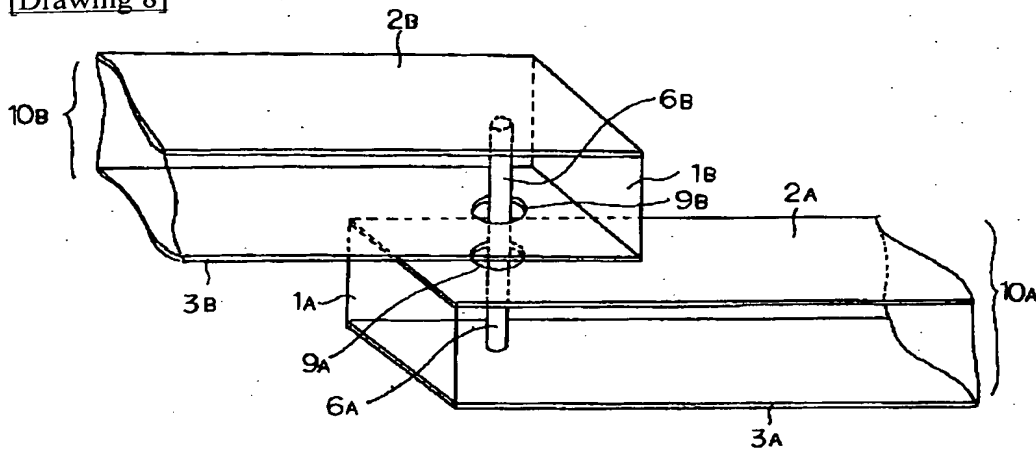
[Drawing 9]



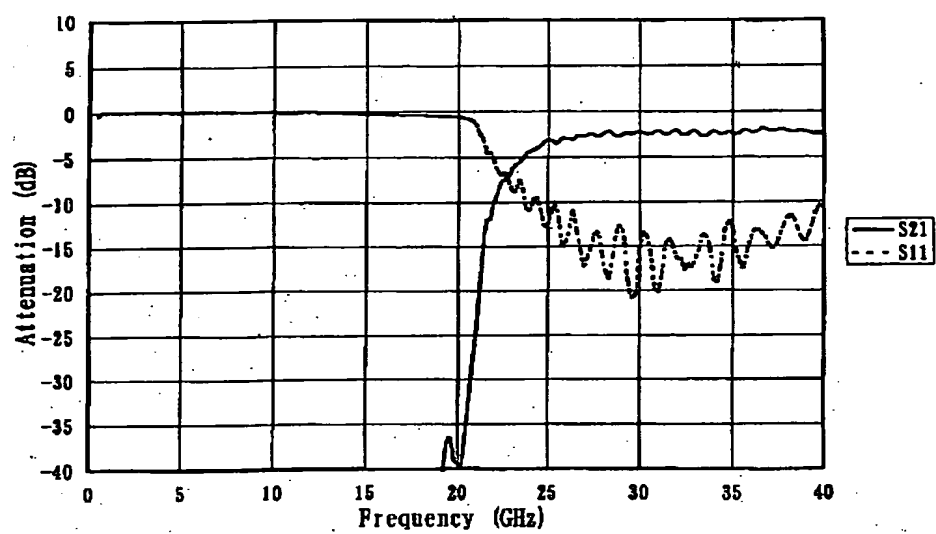
[Drawing 10]



[Drawing 8]



[Drawing 11]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 1 3 5 7 1 4

(43) 公開日 平成10年(1998)5月22日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 P 5/107  
3/00  
3/12

H 0 1 P 5/107 B  
3/00  
3/12

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-290425

(22) 出願日 平成8年(1996)10月31日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 内村 弘志

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72) 発明者 竹之下 健

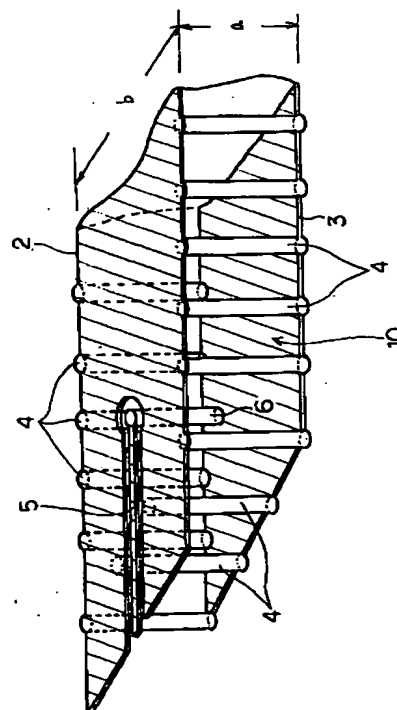
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(54) 【発明の名称】 積層型導波管線路の結合構造

(57) 【要約】

【課題】 周知の多層化技術によって容易に作製することのできる積層型導波管線路と、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路あるいは積層型導波管線路同士の結合構造を提供する。

【構成】 誘電体 1 を挟み平行に形成された一対の主導体層 2、3 と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で主導体層 2、3 間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール 4 群とを具備する積層型導波管線路 10 と、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路あるいは積層型導波管線路等の他の信号伝送線路 5 とを結合するための構造であって、他の信号伝送線路 5 の端部から伝送用バイアホール 6 を延設し、伝送用バイアホール 6 の他端部を、積層型導波管線路 10 内に挿入し、この伝送用バイアホールをモノポールアンテナとして作用させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】誘電体を挟み平行に形成された一対の主導体層と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で前記主導体層間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール群とを具備する積層型導波管線路と他の信号伝送線路とを結合するための構造であって、前記他の信号伝送線路の端部から伝送用バイアホールを延設し、該伝送用バイアホールの他端部を、前記積層型導波管線路内に挿入してなることを特徴とする積層型導波管線路の結合構造。

【請求項2】前記他の信号伝送線路が、前記主導体層に形成されたコプレーナ線路であることを特徴とする請求項1記載の積層型導波管線路の結合構造。

【請求項3】前記他の信号伝送線路が、マイクロストリップ線路であり、該マイクロストリップ線路の端部から延設された前記伝送用バイアホールが、前記積層型導波管線路の前記主導体層を電氣的に接続することなく貫通して、前記積層型導波管線路内に挿入されることを特徴とする請求項1記載の積層型導波管線路の結合構造。

【請求項4】前記他の信号伝送線路が、積層型導波管線路であり、前記伝送用バイアホールの両端部がそれぞれ積層型導波管線路内に挿入されることを特徴とする請求項1記載の積層型導波管線路の結合構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波及びミリ波等の高周波の信号を伝達するための積層型導波管線路と他の信号伝送線路とを結合するための構造に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】従来より、マイクロ波やミリ波の高周波の信号を伝達するための線路としては、同軸線路、導波管、誘電体導波管、マイクロストリップ線路等が知られている。

【0003】また、最近では、配線回路内には、種類の異なる線路が複数配設され、これら相互間の結合技術が必要となっており、結合方法としても様々な方法が報告されている。例えば、同軸線路と導波管または誘電体導波管の結合は、同軸線路の信号線を導波管内に挿入して結合される。その他、ストリップ線路、マイクロ波線路との結合は、電磁結合によって行われている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】最近に至り、多層構造の配線基板内に、誘電体導波管線路を積層技術によって形成することが望まれており、例えば、特開平6-53711号においては、誘電体基板を一対の主導体層で挟み、さらに導体層間を接続する二列に配設されたバイアホール群によって、側壁を形成した導波管線路が提案されている。この導波管線路は、誘電体材料の四方を一対の主導体層とバイアホール群による疑似的な導体壁で囲

むことによって導体壁内領域を信号伝達用の誘電体線路としたものである。

【0005】このような配線基板の内部に配設される積層型導波管線路は、主にマイクロ波及びミリ波用の多層配線基板あるいは半導体パッケージの伝送線路として用いることを目的とするため、その接続先は半導体素子あるいは高周波素子となる。これらの素子は通常基板の表面に実装されるのに対して、積層型導波管線路はその絶縁基板の内部に形成される。このために、素子と直接的に接続するよりも、半導体素子あるいは高周波素子と接続しやすいマイクロストリップ線路やコプレーナ線路を経由して接続することが望まれる。また、積層型導波管線路は基板の平面方向に形成されるため、積層型導波管線路の上下層に形成された他の信号伝送線路との結合が必要となる。

【0006】従って、本発明は、従来の多層化技術によって容易に作製することのできる積層型導波管線路と、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路あるいは積層型導波管線路同士の結合構造を提供することを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、誘電体を挟み平行に形成された一対の主導体層と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で前記導体層間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール群とを具備する積層型導波管線路と他の信号伝送線路とを結合するための構造であって、前記他の信号伝送線路の端部から伝送用バイアホールを延設し、該伝送用バイアホールの他端部を、前記積層型導波管線路内に挿入してなることを特徴とするものである。

【0008】特に、前記他の信号伝送線路が、コプレーナ線路である場合、コプレーナ線路は、前記主導体層に形成することができる。

【0009】また、前記他の信号伝送線路が、マイクロストリップ線路である場合、該マイクロストリップ線路の端部から延設された前記伝送用バイアホールを、前記積層型導波管線路の前記主導体層を電氣的に接続することなく貫通して、前記積層型導波管線路内に挿入したことを特徴とするものである。

【0010】さらに、前記他の信号伝送線路が、積層型導波管線路である場合には、前記伝送用バイアホールの両端部をそれぞれ積層型導波管線路内に挿入したことを特徴とするものである。

【0011】このように、本発明によれば、積層型導波管線路とマイクロストリップ線路、コプレーナ線路あるいは積層型導波管線路同士の接続も容易に行うことができる。また、従来から用いられていたセラミックの多層化技術を用いて作製できるので、低コストで信頼性の高い結合構造を形成することができる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図を用いて説明する。図1は積層型導波管線路とコプレーナ線路とを伝送用バイアホールで接続する本発明の一実施例である。図1はこの結合構造の斜視図、図2は図1の平面図、図3は断面図、図4は、他の態様である。図において、1は誘電体、2及び3は主導體層、4はバイアホール、5はコプレーナ線路、6は伝送用バイアホールである。なお、図1および図4では、誘電体1は、説明の便宜上省略し、コプレーナ線路5、主導體層2、3、伝送用バイアホール6、バイアホール4群の導體部の配置関係のみを示した。

【0013】図1によれば、所定の厚みaの誘電体（図示せず）を挟持する位置に一对の主導體層2、3が形成されている。主導體層2、3は、誘電体1の少なくとも線路形成位置を挟む上下面の一面に形成されている。また、主導體層2、3間には、主導體層2、3とを電氣的に接続するバイアホール4が多数設けられている。バイアホール4は、所定間隔bをもって二列に信号伝送方向、つまり線路形成方向に所定間隔cをもって形成されている。この所定間隔cは遮断波長以下の間隔に設定されることで電氣的な壁を形成しており、その結果、導波管と同様な構造、即ち積層型導波管線路10が形成される。この積層型導波管線路10の上面は様な主導體層2となっているため、この面に適当なスリットペアを構成することにより、コプレーナ線路5を形成する事ができる。

【0014】本発明によれば、このコプレーナ線路5を、接続する積層型導波管線路10の端部まで配線し、その端部から伝送用バイアホール6を形成し、この伝送用バイアホール6の他端部を積層型導波管線路10内に挿入することによりコプレーナ線路5と積層型導波管線路10とを結合する。この時、伝送用バイアホール6の他端部は下面の主導體層3に電氣的に接続しないように形成する。これは、伝送用バイアホール6を下面の主導體層3に接続すると伝送特性が劣化するためである。このため、図3に示すように、伝送用バイアホール6の導波管線路10内への挿入長さが、導波管線路10を構成する誘電体1の厚みaよりも短くなるようにする。例えば、積層型導波管線路10の厚みaが2層以上の誘電体層で構成されている場合は、最下位の誘電体層には伝送用バイアホールを形成しないようにすればよい。

【0015】もし、積層型導波管線路10の厚みaが1層の誘電体層で形成されている場合は、図4に示すように、伝送用バイアホール6の他端部が下面の主導體層3に接続しないように伝送用バイアホールの径より大きな穴7を設けることにより実現できる。ただし、図4では側面を構成するバイアホール4群は省略した。

【0016】この伝送用バイアホール6にとって上面は大きな主導體層2が形成されているので、伝送用バイアホール6は1/4波長のモノポールアンテナとしての機

能も具備することができる。つまり、伝送用バイアホール6の導波管線路内への導入長さを、利用する信号波長の1/4になるように構成すれば、コプレーナ線路5を伝播してきた電磁波はこの伝送用バイアホール6によるアンテナによって積層型導波管線路10内に放射される。そこで、積層型導波管線路10の厚みaを $b/2$ 程度に設計すると、積層型導波管線路の上下面がH面、即ち磁界が上下の面に平行に巻く電磁界分布となるTE10が、主モードとして伝播するので、アンテナとして作用する伝送用バイアホール6から放射された電磁波と良好に結合し、高周波信号は積層型導波管線路10に伝播することができる。

【0017】図1乃至図4に示した結合構造は、例えば、図3に示すように、誘電体層1A～1Dの4層構造において、各誘電体層グリーンシートに対してバイアホールや導體層を形成する。例えば、誘電体層1Aには、バイアホール4群、および伝送用バイアホール6用の穴を明けて導體を充填し、さらにシート表面に主導體層2、コプレーナ線路5を印刷する。また、誘電体層1Bには、バイアホール4群と伝送用バイアホール6を形成し、誘電体層1Cには、バイアホール4群のみを形成し、誘電体層1Dには、主導體層3を印刷形成する。そして、誘電体層1A～1Dを位置合わせして積層し、それを一体焼成することにより作製することができる。なお、導波管線路内の誘電体層1A～1Cと、誘電体層1Dとは必ずしも同一の材料で構成する必要はない。

【0018】次に、図5は積層型導波管線路とマイクロストリップ線路とを伝送用バイアホールで接続する本発明の一実施例である。図5はこの構造の斜視図、図6は平面図、図7は断面図である。図5～図7において、1は誘電体、2及び3は主導體層、4はバイアホール、6は伝送用バイアホール、8はマイクロストリップ線路、9は主導體層に形成された穴である。また、10は主導體層2、3及びバイアホール4群から構成される積層型導波管線路である。なお、図5では、誘電体1は、説明の便宜上省略し、マイクロストリップ線路8、主導體層2、3、伝送用バイアホール、バイアホール4群の導體部の配置関係のみを示した。

【0019】この態様においては、図5に示すように、導波管線路10の上側に位置する誘電体層（図示せず）上にマイクロストリップ線路8が形成されている。本発明によれば、マイクロストリップ線路8の先端を、接続する積層型導波管線路10の先端部付近まで配線し、マイクロストリップ線路8の端部から伝送用バイアホールを、主導體層2を電氣的に接触しないようにして貫通させて積層型導波管線路10内まで延設する。

【0020】このとき、積層型導波管線路10の上面の主導體層2には、伝送用バイアホール6と電氣的に接続しないように、主導體層2に穴9をあけ、その穴9を伝送用バイアホール6を貫通させる。この穴9の大きさ



は、伝送用バイアホール6の径、位置、長さ等を考慮して伝送特性が良くなるように調整する必要がある。コプレーナ線路との接続で説明したように、伝送用バイアホール6は $1/4$ 波長のモノポールアンテナとして機能させるためには、伝送用バイアホール6の導波管線路内への挿入長さが、利用する信号波長の $1/4$ になるように構成すればよい。

【0021】図5に示した結合構造によって、マイクロストリップ線路を伝播してきた電磁波は、伝送用バイアホールがアンテナとして作用し、その電磁界と積層型導波管線路を伝播する電磁界とが良好に結合するので、信号は積層型導波管線路内へ低損失で伝播することができる。

【0022】図5～図7に示した結合構造も周知の積層技術によって容易に作製することができる。例えば、図7に示すように、誘電体層1を1A～1Fの少なくとも6層によって構成し、誘電体層1Aには、伝送用バイアホール6とマイクロストリップ線路8を印刷し、誘電体層1Bには、伝送用バイアホール6を、誘電体層1Cには、バイアホール4群、伝送用バイアホール6、主导体層2を形成し、誘電体層1Dには、バイアホール4群と伝送用バイアホール6を形成し、誘電体層1Eには、バイアホール4群のみを形成し、誘電体層1Fには、主导体層3を印刷形成する。そして、誘電体層1A～1Fを位置合わせして積層し、それを一体焼成することにより作製することができる。

【0023】なお、導波管線路内の誘電体層1C～1Eと、誘電体層1A、1B、1Fとはそれぞれ積層型導波管線路及びマイクロストリップ線路を構成するのに最も良い材料を用いれば良く、必ずしも同一の材料で構成する必要はない。

【0024】次に、図8は積層型導波管線路同士を伝送用バイアホールで接続する本発明の他の態様である。図8～9において、1A、1Bは誘電体層、2A、2B、3A及び3Bは主导体層、4A、4Bはバイアホール、6A、6Bは伝送用バイアホール、9は主导体層の穴である。また、10Aは主导体層2A及び3A等で構成される下層の積層型導波管線路、10Bは主导体層2B及び3B等で構成される上層の積層型導波管線路である。積層型導波管線路10A及び10Bの側面は、図1等で示されるようにバイアホール群(図示せず)によってその線路領域が定められている。なお、図8において、説明の便宜上、誘電体層1A、1B、およびバイアホール4群が省略した。

【0025】図8によれば、上層の誘電体層1Bで積層型導波管線路10Bが形成され、その下層の誘電体層1Aで積層型導波管線路10Aが構成される。上層の積層型導波管線路10Bの先端を接続する下層の積層型導波管線路10Aの先端部まで配線し、積層型導波管線路10Bの内部から、主导体層3Bおよび主导体層2Aを貫

通して積層型導波管線路10A内部に延びる伝送用バイアホール6A、6Bを形成する。このとき、主导体層3B、2Aには、伝送用バイアホール6と電氣的に接触しないように、それぞれ穴9A、9Bを形成する。この穴9の大きさは、図4のマクロストリップ線路との接続の場合と同様に、伝送用バイアホール6の径、位置、長さ等を考慮して伝送特性が良くなるように調整することが望ましい。

【0026】このような構成にすることで、積層型導波管線路10Bを伝播してきた電磁波は、前述したように、伝送用バイアホールがモノポールアンテナとして作用し、その電磁界と積層型導波管線路内を伝播する電磁界とが良好に結合するので、信号は積層型導波管線路内を低損失で伝播することができる。

【0027】この図8、図9に示した結合構造も前述した結合構造と同様に、バイアホール形成と导体層の印刷技術および積層技術の組み合わせによって、容易に作製することができるものである。また、主导体層2Aと3Bとは同一の导体層で構成されていてもよい。

【0028】なお、誘電体層1Aと1Bは、それぞれの積層型導波管線路を構成するのに最も都合の良い材料を用いれば良く、必ずしも同一の材料で構成する必要はない。例えば、積層型導波管線路10Aを信号回路として用いる場合は、誘電体層1Aの材料に比誘電率の大きなものを用いることで高密度の配線をする事ができ、同時に積層型導波管線路10Bを、例えば、導波管スロットアンテナとして用いる場合には、誘電体層1Bの材料に比誘電率が小さなものを用いることにより、放射特性を改善することが可能となる。

【0029】また、本発明における積層型導波管線路においては、例えば、図10に示すように、コプレーナ線路5との結合構造において、導波管線路12の主导体層2、3間に、主导体層と平行にバイアホール4群と電氣的に接続する副导体層11を設けることにより、さらに、導波管線路内での伝送特性を高めることができる。なお、図10において誘電体層は説明の便宜上、省略した。図11は、その伝送特性の測定結果であり、25GHz～40GHzでS21が-2.5dB程度の優れた特性が得られている。

【0030】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明は、以上のように簡単な構造であるため、従来のセラミックによる多層配線基板の作製時のバイアホール形成、导体層印刷および積層、同時焼成の一連の技術によって、容易に作製することができ、積層型誘電体導波管線路とマイクロストリップ線路、コプレーナ線路とを、あるいは積層型誘電体導波管線路同士を容易に接続することができる。

【0031】また、本発明の接合構造によれば、結合に伝送用バイアホールを用い、これを $1/4$ 波長のモノポールアンテナとして作用させることができるために、積

層型導波管線路の電磁界と良好に結合し、良好な伝送特性が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 積層型導波管線路とコプレーナ線路との結合構造の一態様を説明するための斜視図である。

【図2】 図1の結合構造における平面図である。

【図3】 図1の結合構造におけるX-X'断面図である。

【図4】 積層型導波管線路とコプレーナ線路との結合構造の他の態様を説明するための斜視図である。

【図5】 積層型導波管線路とマイクロストリップ線路との結合構造の一態様を説明するための斜視図である。

【図6】 図1の結合構造における平面図である。

【図7】 図1の結合構造におけるY-Y'断面図である。

【図8】 積層型導波管線路同士の結合構造の一態様を説明するための斜視図である。

【図9】 図8の結合構造におけるZ-Z'断面図である。

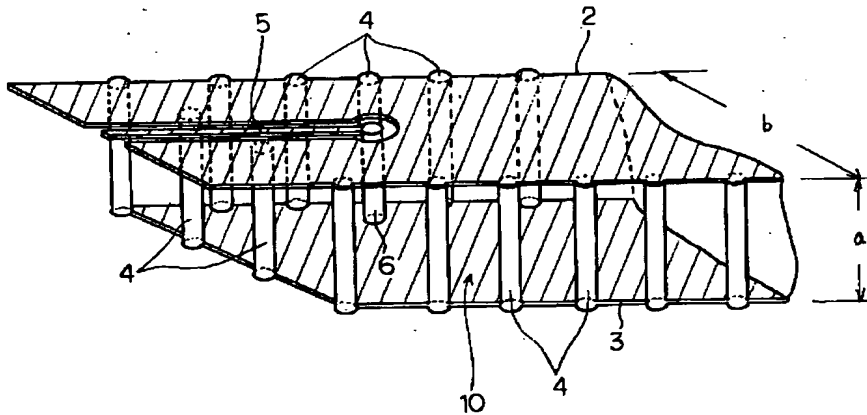
【図10】 副導体層を有する積層型導波管線路とコプレーナ線路との結合構造を説明するための斜視図である。

【図11】 図10の構成の場合の伝送特性の測定結果を示す図である。

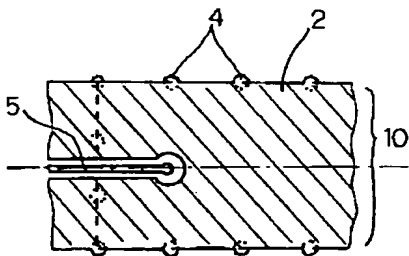
【符号の説明】

- 1 誘電体
- 2, 3 主導体層
- 4 バイアホール群
- 5 コプレーナ線路
- 6 伝送用バイアホール
- 7, 9 主導体層の穴
- 8 マイクロストリップ線路
- 10, 12 積層型導波管線路
- 11 副導体層

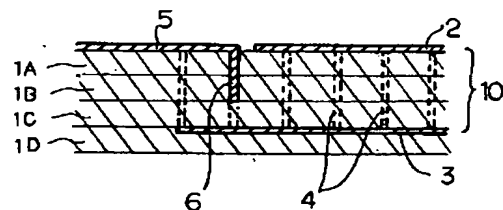
【図1】



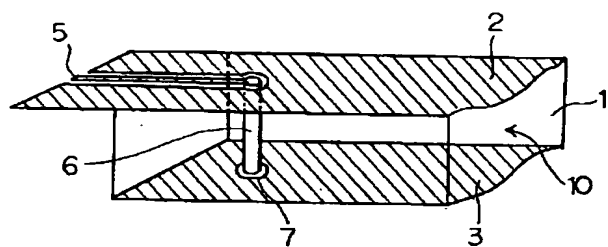
【図2】



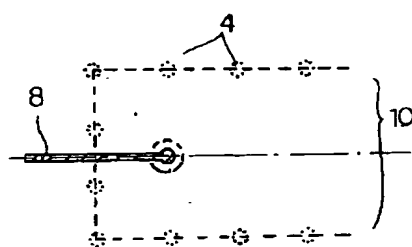
【図3】



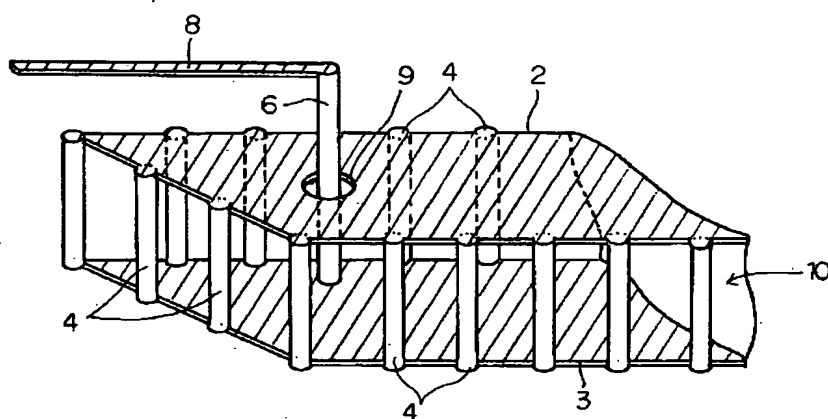
【図4】



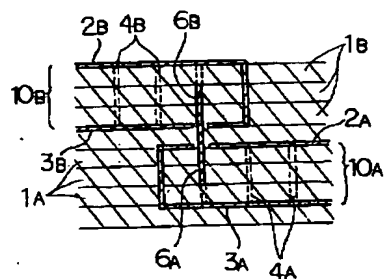
【図6】



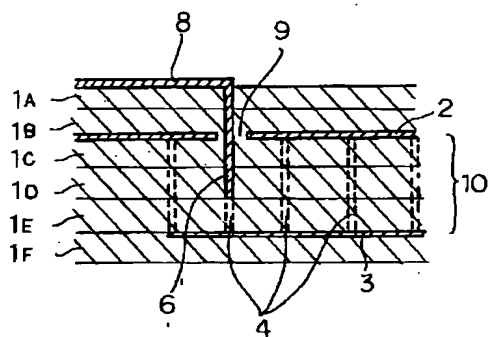
【図5】



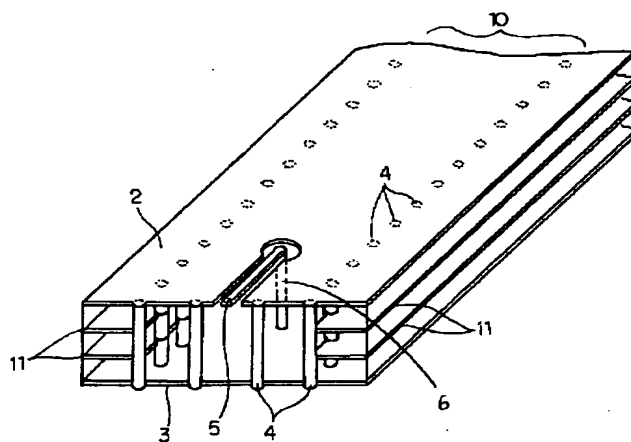
【図9】



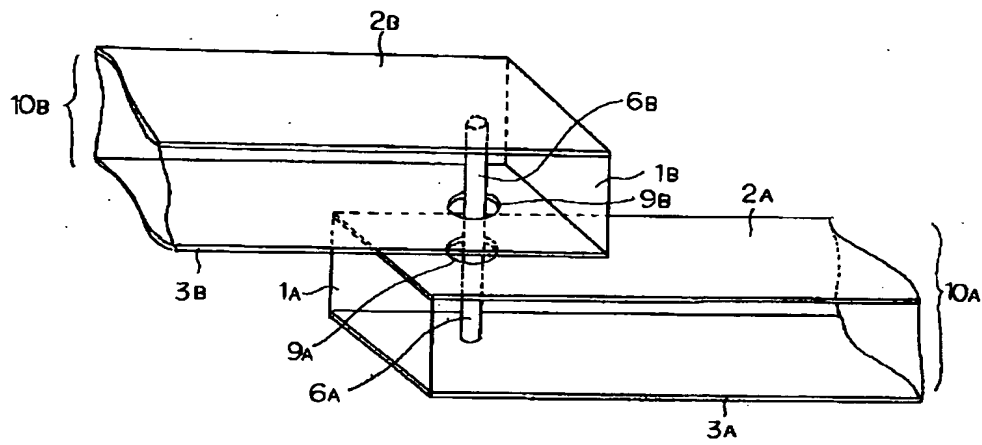
【図7】



【図10】



【図8】



【図11】

